

Формирование структурных фрагментов в дихалькогенидах титана, замещённых 3d-переходными металлами

Меренцов Александр Ильич

Шкварин Алексей Сергеевич, Титов Александр Натанович

Институт физики металлов УрО РАН им. М.Н. Михеева

Alexander.Merentsov@urfu.ru

Слоистые дихалькогениды переходных металлов (СДПМ) с общей формулой MCh_2 ($Ch = S, Se, Te$) представляют собой квазидвумерные материалы с чередующимися слоями $Ch-M-Ch$. Внутри слоёв химическая связь имеет преимущественно ковалентный характер, в то время как между слоями связь относительно слаба, что даёт возможность к получению так называемых интеркалатных материалов, в которых примесь попадает в межслоевое пространство. При этом образуются дополнительные связи между интеркалантом и решёткой-матрицей, а при высокой концентрации интеркаланта могут образовываться связи непосредственно между атомами интеркаланта (как, например, в системе Fe_xTiSe_2 [1]), приводя к их упорядочению в виде одномерных атомных цепочек. Многообразие комбинаций интеркалант-матрица даёт возможность варьировать свойства интеркалированных СДПМ в широком диапазоне.

Ещё одним способом модификации свойств СДПМ является замещение по одной из подрешёток (переходного металла [2-4] или халькогена [5]). При таком допировании не образуются дополнительные связи между примесью и решёткой в направлении, перпендикулярном плоскости слоёв, что, в частности, не приводит к подавлению эффективного магнитного момента примеси, если она является магнитной, а также позволяет сохранить относительную слабость взаимодействия между соседними слоями $Ch-M-Ch$. Такого рода материалы удобны для использования в качестве твёрдых электролитов для литиевых батарей, поскольку замещение существенно снижает предел растворимости лития и увеличивает ионную подвижность.

В монокристаллах замещённой системы $Cr_xTi_{1-x}Se_2$ методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии в кристалле с $x = 0.83$ было обнаружено [3] два пика Se 3d: один соответствовал селену в матрице $TiSe_2$, другой же имел энергию связи на 1.3 эВ больше. Появление второго пика интерпретировалось как образование в материале слоёв $CrSe_2$, когерентно связанных с матрицей $TiSe_2$. Прямого подтверждения этому, однако, до последнего времени не было. Непосредственно подтвердить наличие структурных фрагментов удалось, используя методику SPEM (Scanning Photoemission Electron Microscopy), реализованной на линии Spectromicroscopу синхротрона ELETTRA (г. Триест, Италия). Благодаря фокусировке размер пучка достигает диаметра 120 нм, что позволяет исследовать наноразмерные включения. На *рис. 1* представлено изображение поверхности 100×100 мкм монокристалла $Cr_{0.78}Ti_{0.36}Se_2$ в контрасте Se 3d. Левый фрагмент – решётка на основе $TiSe_2$, правый фрагмент – решётка на основе $CrSe_2$. Аналогичные структурные фрагменты образуются и в монокристаллах системы $V_xTi_{1-x}Se_2$ в составе с $x = 0.75$.

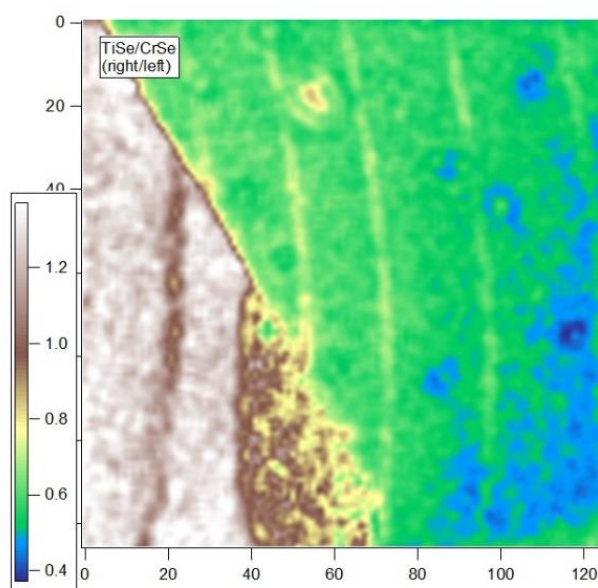


рис. 1. Поверхность 100×100 мкм монокристалла $Cr_{0.78}Ti_{0.36}Se_2$ в контрасте Se 3d. Цветом показана относительная интегральная интенсивность, значения по осям x и y – пиксели.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-33-60031.

Список публикаций:

- [1] Shkvarin A.S., Yarmoshenko Yu.M., Merentsov A.I., Shkvarina E.G., Suslov E.A., Brezhnevsky M.S., Bushkova O.V., Titov A.N. // RSC Advances. 2016. ЖЭТФ. 2003. 6. 106527.
[2] Shkvarin A.S., Merentsov A.I., Yarmoshenko Yu.M., Shkvarina E.G., Zhukov Yu.M., Titov A.A., Titov A.N. // Journal of Chemical Physics. 2017. 146. 164703.
[3] Merentsov A.I., Yarmoshenko Yu.M., Skorikov A.N., Titov A.N., Buling A., Räkens M., Neumann M., Galieva E.G., Slepukhin P.A. // Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena. 2010. 182. 70.
[4] Kirby R. D., Freund G. A., Fagerquist R. L. // Bull. Am. Phys. Soc. 1980. 25. 201.
[5] Shkvarin A.S., Merentsov A.I., Titov A.A., Yarmoshenko Yu.M., Shkvarina E.G., Pis I., Nappini S. Titov A.N. // Journal of Materials Chemistry C. 2018. 6. 12592.

Электрическая проводимость тонких пленок диэлектриков допированных молекулами фенолфталеина

Назыров Эдуард Римович

Ситдииков Финат Фандилович

Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы

Карамов Данфис Данисович, к.ф.-м.н.

dunwich1313@gmail.com

Молекулярное допирование является эффективным способом увеличения проводимости органических полупроводников либо диэлектриков, которое все чаще используется в органической тонкопленочной электронике. Структуры, состоящие из молекул основного органического материала – матрицы и допирующих молекул принято называть системами типа «гость-хозяин». Подавляющее большинство экспериментальных исследований такого рода взаимодействий рассматривается на примерах низкомолекулярных соединений и «гостя» и «хозяина». Аналитическая модель переноса заряда в слабо и сильно допированных неупорядоченных органических материалах хорошо описана в работе Архипова В.И. и др. [1] для систем с РЗНТ. В настоящей работе исследуется взаимодействие высокомолекулярного органического материала – «хозяина» и низкомолекулярного допанта фенолфталеина в качестве «гостя» на возможность применения модели типа «гость-хозяин» в таких структурах.

Объектами исследования в качестве высокомолекулярного полимера – матрицы были выбраны органические несопряженные полимеры полидифениленфталид (ПДФ) и полиметилметакрилат (ПММА), а в качестве допирующей примеси – молекулы фенолфталеина. Исследуемые образцы представляли собой структуру металл1/полимер+допант/металл2 (Me1/P+dop/Me2). Металлические электроды были изготовлены методом термовакuumного напыления. Нижний металлический электрод был изготовлен из меди (Cu), верхний – из алюминия (Al). Полимерный слой наносился методом центрифугирования на нижний электрод из раствора в циклогексаноне (концентрация всех растворов равна 5 вес.%). Концентрация допанта варьировалась от 0 до 20 вес.% от общей массы смеси «полимер+допант». Толщина полимерной пленки измерялась с помощью атомно-силового микроскопа СММ-2000Т в контактной моде. Для анализа влияния допирующей примеси на электрическую проводимость полимера были исследованы вольт-амперные характеристики изготовленных структур. На рис.1. представлены ВАХ пленок ПДФ с различным содержанием молекул фенолфталеина.

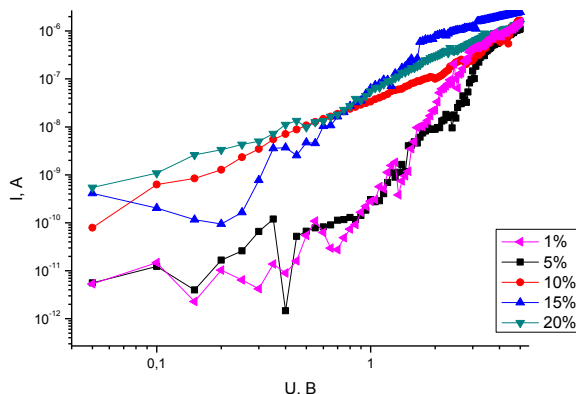


рис.1. Вольт-амперная характеристика Cu/ПДФ+N%Dop/Al в логарифмических координатах.